

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-142356

(43)Date of publication of application : 02.06.1995

(51)Int.Cl. H01L 21/027  
G03F 7/38

(21)Application number : 05-290495

(71)Applicant : SONY CORP

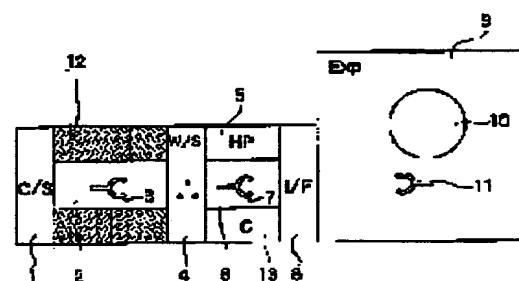
(22)Date of filing : 19.11.1993

(72)Inventor : IKEDA RIKIO

**(54) RESIST PATTERN FORMING METHOD AND RESIST PATTERN FORMING SYSTEM USED THEREFOR****(57)Abstract:**

**PURPOSE:** To improve a line width stability by accurately controlling a time from exposure of a photoresist layer to PEB (postexposure heat treating) and a time from the PEB to cooling.

**CONSTITUTION:** A system in which an exposure unit 9 is connected to a heating unit 5 for conducting PEB or a cooling unit 13 by a special purposed conveying system 6 independent from a main conveying system 2 is built. This is a structure in which a heating unit and a cooling unit contained in a conventional resist coating/developing unit are connected to a conventional exposure unit, and a heating unit and a cooling unit may be contained in the conventional exposure unit. Thus, since a predetermined time between the steps for affecting largest influence to a resist reaction can be accurately and rapidly managed by the special purposed conveying system, a preferable pattern can be formed even when the chemically amplifying resist material is used.

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination] 07.01.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 29.01.2002

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

**BEST AVAILABLE COPY**

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] The resist pattern formation approach characterized by controlling the time amount of the time [ time / of termination of the exposure to the resist ingredient layer on a substrate ] of initiation of heat treatment independently of the duration between regularity and other processes.

[Claim 2] The resist pattern formation approach according to claim 1 characterized by controlling uniformly the time amount of the time [ time / of termination of said heat treatment ] of initiation of cooling.

[Claim 3] Said resist ingredient layer is the resist pattern formation approach according to claim 1 or 2 characterized by being formed using a chemistry multiplier system resist ingredient.

[Claim 4] The resist pattern formation system which comes to have the exclusive conveyance system which connected the exposure unit which exposes the resist ingredient layer on a substrate, the heating unit which heats said substrate, the main conveyance system which performs the taking-out close of the substrate to system inside and outside at least, and said exposure unit and said heating unit, and became independent of said main conveyance system.

[Claim 5] The resist pattern-formation system which it comes to have in the exclusive conveyance system which connected the exposure unit which exposes the resist ingredient layer on a substrate, the heating unit which heats said substrate, the main conveyance system which performs the taking-out close of cooling / cooling/temperature control unit which carries out temperature control, and the substrate at least to system inside and outside for said heated substrate, and said exposure unit, said heating unit and said refrigeration unit, and became independent of said main conveyance system.

[Claim 6] The resist pattern formation system which comes to have the exposure unit which builds in the exclusive conveyance system which connects the exposure section which exposes the resist ingredient layer on a substrate, the heating unit which heats the substrate after exposure, and these Ryobe.

[Claim 7] The resist pattern formation system which comes to have the exposure unit which builds in the exclusive conveyance system which connects cooling / cooling/temperature control part which carries out temperature control, and these each part for the exposure section which exposes the resist ingredient layer on a substrate, the heating unit which heats the substrate after exposure, and the substrate after heating.

[Claim 8] A resist pattern formation system given in any 1 term of claim 4 which comes to have a control means of operation for maintaining uniformly the process time amount in each unit connected by said exclusive conveyance system or each part based on actuation of this exclusive conveyance system thru/or claim 7.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

**DETAILED DESCRIPTION**

---

**[Detailed Description of the Invention]****[0001]**

[Industrial Application] the system which uses this invention for the formation approach of the resist pattern applied to micro processing, such as manufacture of a semiconductor device, and this -- being related -- especially -- heat treatment from after exposure termination -- it is further -- it is -- it is related with the approach and equipment which raise the line breadth stability of a resist pattern through performing time management to cooling correctly.

**[0002]**

[Description of the Prior Art] In the manufacture field of a semiconductor device, contraction of a design rule is advancing at an increasing tempo, and a generation's 256MDRAMs require the ultra-fine processing technology which can attain the minimum processing dimension around 0.25 micrometers one after another around 0.35 micrometers at next-generation 64MDRAMs. The technique used as the key of this micro-processing implementation is a photolithography, and research on the far-ultraviolet-rays lithography using the far-ultraviolet light source and chemistry multiplier system resists, such as KrF excimer laser light ( $\lambda = 248\text{nm}$ ), as that one selection branch is done briskly.

[0003] A chemistry multiplier system resist is the photoresist ingredient of the type which produces the local solubility change to a developer, when the acid which carried out decomposition generation from the photo-oxide generating agent by exposure works at the continuing PEB (exposure postheat treatment) process as a catalyst of resist reactions, such as bridge formation of base resin, a polymerization, and functional-group conversion. However, since the acid used as this catalyst is a minute amount very much, it is known that the line breadth stability at the time of using a chemistry multiplier system resist ingredient will receive big effect in slight fluctuation of processing conditions.

[0004] It lurks in all the fields of photolithographies, such as exposure, resist spreading, baking, and development, and, as for this fluctuation factor, the various cure for eliminating this is proposed about the aligner, or the resist spreading / developer (coater/developer). There is production control called the so-called baton management to one of the cures to resist spreading / developer. This is the approach by which the process time amount (baton time amount) in each unit which performs resist spreading, baking, development, etc. is set as a certain fixed value, and processing was made to be performed by the equal process flow to every wafer. By this approach, it was canceled stagnation of the wafer in the rate-limiting part of equipment, with [ of the baking time amount resulting from this ] the rose, etc., and the fixed improvement was brought to line breadth stability.

**[0005]**

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, in the pattern formation using a chemistry multiplier system resist, the parameter which has biggest effect on pattern precision is time amount until it starts PEB after termination of exposure. For example, if the acid generated by exposure is spread to an unexposed field and decomposes a lysis inhibition agent superfluously in this time amount when a positive resist is used, the line breadth of a pattern will become thin or contrast will fall. On the contrary, if the alkali steam resulting from HMDS (hexamethyldisilazane) and the resist developer which are used for hydrophobing processing, a wall surface coating, a HEPA filter of a clean room, etc. exists in the ambient atmosphere at this time, an acid will deactivate by this and line breadth will become thick.

[0006] However, time management between each process to which above-mentioned baton management is

carried out inside resist spreading / developer cannot be performed, and timing adjustment between the processes performed with one and the aligner of these processes cannot be aimed at. Consequently, the following problems occur. In baton management, fluctuation of process time amount occurs by making baton time amount into one unit. For example, when baton time amount is set as 100 seconds, the wafer which exposure ended in 100 seconds is conveyed immediately to a PEB process, but for 99 more seconds must stand by until, as for the wafer which exposure took 101 seconds, the following conveyance timing comes. That is, the process time difference for 1 second in a last process will be expanded to the time difference for 100 seconds before process [ degree ] initiation.

[0007] According to the experiment of this invention person, when the Rhine pattern of 0.35-micrometer width of face was formed using a chemistry multiplier system resist ingredient (the product made from SHIPURE; trade name XP8843), and changing the time amount from exposure to PEB for 100 seconds, no less than 0.05 micrometers of line breadth were changed. Furthermore, no less than the 0.10 micrometers of the above-mentioned Rhine patterns were changed in the 1 ppm amine ambient atmosphere. In this invention person's trial calculation, the tolerance of line breadth homogeneity in a 0.35-micrometer design rule is  $\pm 0.023$  micrometers, and above-mentioned fluctuation has exceeded this range clearly.

[0008] In order to cancel conflict of such baton management, it is possible to set up the longest baton time amount which resets up baton time amount for every layer of a device, or can be considered. however, line breadth homogeneity deteriorates remarkably by carrying out prolonged maintenance (exaggerated BEKU) of these policies in the state of an elevated temperature, while the wafer after PEB which requires complicated actuation and with which a throughput falls sharply has not been sent to cooling/temperature control unit by it -- the evil of  $\pm$  is caused and it cannot be said to be realistic correspondence.

[0009] Then, this invention aims at offering the approach of raising the line breadth homogeneity of a resist pattern, and the system which can realize this, without causing this evil.

[0010]

[Means for Solving the Problem] The problem concerning the above conventional time management originates in being carried out by control of resist spreading / developer and control of an aligner dissociating. this invention person regards as a system which had these two equipments unified, both considers the thing which control the duration between processes sensitive to time variation to regularity and the shortest and which is made for this control to become independent of control between other processes, and came to propose this invention.

[0011] That is, the time amount between regularity and other processes controls independently the time amount of the time [ time / of termination of exposure of as opposed to the resist ingredient layer on a substrate in the resist pattern formation approach of this invention ] of initiation of heat treatment. This control may be further combined with the control which sets constant the time amount of the time [ time / of termination of heat treatment ] of initiation of cooling.

[0012] In addition, the above-mentioned exposure may not be restricted to exposure by excimer laser light, for example, may be the energy beam exposure by the electron beam, an ion beam, etc. The approach of this invention demonstrates the especially excellent real value in the pattern formation using the chemistry multiplier system resist ingredient most sensitively influenced to the duration between  $\rightarrow$ (exposure) (PEB) $\rightarrow$  (cooling).

[0013] On the other hand, the resist pattern formation system of this invention comes to have the heating unit which heats the exposure unit which it is and exposes the resist ingredient layer on a substrate and said substrate for realizing an above-mentioned approach, the main conveyance system which performs the taking-out close for the substrate to system inside and outside at least, and the exclusive conveyance system which connected these 2 unit and became independent of said main conveyance system.

[0014] Furthermore, it is good also as a configuration in which cooling/temperature control unit was added, and these 3 unit was connected with the independent exclusive conveyance system. In any case, this system may be equipped with the carrier station which contains the hydrophobing processing unit with which the usual resist spreading / developer besides an above-mentioned unit is equipped, a resist spreading unit, a development unit, and a wafer cassette.

[0015] Furthermore, the heating unit which heats the substrate after the exposure unit itself being exposed may be built in as another configuration, and the cooling section which cools the substrate after heating in addition further may be built in. Substrate conveyance to the heating unit and the cooling section which expose the resist ingredient layer on a substrate in these cases from the exposure section is performed by

the exclusive conveyance system built in an exposure unit.

[0016] In addition, in the resist pattern formation system which has each above configuration, the control means of operation for maintaining uniformly the process time amount in each unit connected by the above-mentioned exclusive conveyance system or each part based on actuation of this exclusive conveyance system can be established.

[0017]

[Function] According to the resist pattern formation approach and resist pattern formation system of this invention, when a chemistry multiplier system resist is used, conveyance between the processes which do the biggest effect for pattern formation precision, or between units is performed within exact time amount. That is, the time amount from after large exposure of effect to PEB initiation and the time amount from after PEB with large effect to a degree to cooling initiation are correctly controllable most. Since an exclusive conveyance system is used for this conveyance, the process connected by this stops and influencing of other rate-limiting processes. Being put to the open air for a long time, while the wafer which followed, for example, ended exposure has not been carried in to a heating unit, or being left as it is, without taking out the wafer which ended PEB within the heating unit to cooling/temperature control unit is lost. Consequently, the line breadth by diffusion of the acid after exposure can become thin, or \*\*\*\* of the line breadth by deactivation of an acid can be prevented.

[0018] especially -- an exposure unit -- setting -- the exposure section and a heating unit -- it is further -- it is -- since it can send to a PEB process, and cooling / temperature control process following it, without completely putting the wafer after exposure to the open air when cooling/temperature control part is made to unify, very advanced line breadth management is attained.

[0019]

[Example] Hereafter, the concrete example of this invention is explained. However, this invention is not limited to these examples at all, and the details of a system configuration or actuation can be changed suitably.

[0020] By example 1 this example, the resist pattern formation structure of a system equipped with the exclusive conveyance system between the exposure units (Exp) and heating units (H.P.) which were unified through the interface (I/F), and its operation are explained, referring to drawing 1 .

[0021] This system connects resist spreading / conventional developer, and a conventional aligner with an interface 8 constitutionally, and also makes the transfer control between both equipments possible with the transfer control in each equipment.

[0022] Namely, the part equivalent to the conventional resist spreading / developer It takes out one wafer at a time from the carrier station (C/S) 1 in which the wafer cassette which contains two or more wafers was held, and here. The wafer stage (W/S) 4 and interface 8 which once lay the wafer laid in the conveyance arm 3 of the main conveyance system 2 and the main conveyance system 2 conveyed to the various processing units 12 are minded. Let the heating unit (H.P.) 5 grades which built in the hot plate for performing the exclusive conveyance system 6 equipped with the conveyance arm 7 for performing the taking-out close of the wafer to the exposure unit 9, and PEB be the main components.

[0023] The heating unit for generally performing a hydrophobing processing unit, a resist spreading unit, and prebaking and postbake, a development unit, cooling/temperature control unit, etc. are contained in the above-mentioned processing unit 12. However, since these classes and numbers can be suitably chosen according to a desired process, it does not specify, but it is colored a halftone and this drawing has shown especially the detail in the gross.

[0024] The configuration of the exposure unit (Exp) 9 is the same as that of the usual aligner, and is equipped with the conveyance arm 11 grade for laying a wafer in the exposure stage 10 and this. the above -- a configuration -- the point -- PEB -- carrying out -- heating -- a unit -- (-- H --) -- five -- others -- the purpose -- heating -- carrying out -- heating -- a unit -- being independent -- \*\* -- carrying out -- this -- exposure -- a unit (Exp) -- nine -- most -- being near -- a location -- arranging -- and -- exposure -- a unit -- nine -- from -- this -- heating -- a unit -- (-- H --) -- five -- a wafer -- conveying -- conveyance -- a system (exclusive conveyance system 6) -- main -- conveyance -- a system -- two -- from -- becoming independent -- having made -- things -- it is .

[0025] the actuation at the time of the above-mentioned system use -- an outline -- it is as follows. First, the wafer which ended resist spreading, prebaking, and cooling in either of the processing units 12 is laid in the wafer stage 4 by the conveyance arm 3 of the main conveyance system 2. This wafer is carried in to

the exposure unit (Exp) 9 through an interface (I/F) 8 by the conveyance arm 7 of the exclusive conveyance system 6, is laid on the exposure stage 10 by the conveyance arm 11, and receives predetermined exposure.

[0026] The wafer after exposure is taken out through an interface (I/F) 8, is immediately carried in to the heating unit (H) 5 by the exclusive conveyance system 6, and receives PEB. After the wafer which PEB ended is laid in the wafer stage (W/S) 4 by the exclusive conveyance system 6, it is conveyed by the main conveyance system 2 by either of the processing units 12, and receives processing of cooling, development, postbake, etc.

[0027] According to this system configuration and operation, it depends for the time amount from exposure termination to PEB initiation only on actuation of the exclusive conveyance system 6. Therefore, rate-limiting \*\*\*\*\* etc. does not influence the above-mentioned time amount at all whether baton management is performed between the processing units 12 in which the main conveyance system 2 participates, and where. Even if the wafer has stagnated on the processing unit 12 or the conveyance arm 3, PEB can make the wafer after exposure stand by on the conveyance arm 7 or the wafer stage (W/S) 4 in the condition of having made it ending promptly in fixed time amount, for the time being.

[0028] When this system actually performed pattern formation by KrF excimer laser lithography using the chemistry multiplier system resist ingredient (the product made from SHIPURE; trade name XP8843), in the Rhine pattern of 0.35-micrometer width of face, the line breadth homogeneity of \*\*0.020 micrometers was able to be attained.

[0029] By example 2 this example, the resist pattern formation structure of a system equipped with the exclusive conveyance system between the exposure unit (Exp), and the heating unit (H.P.), and cooling/temperature control unit (C) unified through the interface (I/F) and its operation are explained, referring to drawing 2. In addition, the reference mark of drawing 2 is as common as drawing 1 in part.

[0030] A different point from the system which this system mentioned above in the example 1 is a point which also made the refrigeration unit (C) 13 the range in its duty of the exclusive conveyance system 6 with the heating unit (H.P.) 5.

[0031] At the time of the above-mentioned system use, the wafer which finished exposure in the exposure unit (Exp) 9 is first carried in to the heating unit (H) 5 by the conveyance arm 7 of the exclusive conveyance system 6 through an interface (I/F) 8, and receives PEB here. The wafer which ended PEB is immediately carried in to cooling / temperature control unit (C) 13 by the conveyance arm 7. After being cooled to temperature almost equal to the room temperature of a clean room here, a wafer is conveyed through the wafer stage (W/S) 4 to other processing units 12, and receives processing of development, postbake, etc.

[0032] According to this system configuration and operation, the time amount from after PEB termination to cooling initiation also becomes controllable independently [ the main conveyance system 2 ] with the time amount from after exposure termination to PEB initiation. When this system actually performed pattern formation by KrF excimer laser lithography using the chemistry multiplier system resist ingredient (the product made from SHIPURE; trade name XP8843), the line breadth homogeneity of \*\*0.015 micrometers which was further superior to the example 1 in the Rhine pattern of 0.35-micrometer width of face was able to be attained.

[0033] By example 3 this example, the resist pattern formation system by which the heating unit (H.P.) and the refrigeration unit (C) were built in the exposure unit (Exp) 25 is explained, referring to drawing 3. This system makes both unify in the form which builds into the interior of an aligner some of heating units constitutionally contained in the conventional resist spreading / developer, and cooling/temperature control units.

[0034] That is, the part equivalent to the conventional resist spreading / developer consists of the carrier station (C/S) 21, a main conveyance system 22 equipped with the conveyance arm 23, and processing unit 30 grade that performs various processings, and these are connected with the exposure unit 25 through the interface (I/F) 24. In addition, the heating unit for generally performing a hydrophobing processing unit, a resist spreading unit, and prebaking and postbake, a development unit, cooling/temperature control unit, etc. are contained in the above-mentioned processing unit 30.

[0035] on the other hand -- exposure -- a unit (Exp) -- 25 -- exposure -- a stage -- 26 -- conveyance -- an arm -- 27 -- a grade -- usual -- an aligner -- a configuration -- adding -- PEB -- carrying out -- a sake -- heating -- a unit -- (-- H.P. --) -- 28 -- PEB -- termination -- the back -- a wafer -- cooling --

-- a sake -- cooling -- / -- a temperature control unit -- (-- C --) -- 29 -- building -- \*\*\*\* . The above-mentioned exposure stage 26 and the heating unit (H.P.) 28 are fully insulated mutually.

[0036] In addition, all over drawing, there is a possibility that it may raise [ \*\* ] the temperature of the wafer which accumulation of the heat of the wafer taken out from the heating unit (H.P.) 28 is carried out to the conveyance arm 27, and is laid on the exposure stage 26 if the conveyance arm 27 provides all conveyances in the exposure unit (Exp) 25 with one conveyance arm in fact although only one is shown. Therefore, it is desirable to install separately the conveyance arm for exposure stage 26 and the conveyance arm for heating units (H.P.) practically.

[0037] the above -- a configuration -- the point -- PEB -- carrying out -- heating -- a unit -- (-- H --) -- 28 -- the -- immediately after -- cooling -- / -- temperature control -- carrying out -- cooling -- / -- a temperature control unit -- (-- C --) -- 29 -- exposure -- a unit (Exp) -- 25 -- the interior -- having installed -- things -- exposure -- -> -- PEB -- -> -- cooling -- a single string -- a process -- a wafer -- the open air -- completely -- putting -- without -- and -- quick -- it can carry out -- having made -- a point -- it is . the actuation at the time of the above-mentioned system use -- an outline -- it is as follows.

[0038] The wafer which ended resist spreading and prebaking is carried in to the exposure unit (Exp) 25 through an interface (I/F) 24, and is laid on the exposure stage 26 by the conveyance arm 27. The wafer which ended exposure is immediately carried in to the heating unit (H.P.) 28, receives PEB, and is further cooled within cooling / temperature control unit (C) 29 immediately after PEB termination. The cooled wafer is taken out through an interface (I/F) 24, and is conveyed to the processing unit 30 which performs predetermined processing by the conveyance arm 23 of the main conveyance system 22.

[0039] According to this system configuration and operation, conveyance concerning exposure ->PEB-> cooling can be managed with the minimum time amount, and, moreover, a wafer does not contact the open air at all in the meantime. When this system actually performed pattern formation by KrF excimer laser lithography using the chemistry multiplier system resist ingredient (the product made from SHIPURE; trade name XP8843), in the Rhine pattern of 0.35-micrometer width of face, the line breadth homogeneity of \*\*0.015 micrometers was able to be attained.

[0040]

[Effect of the Invention] Since the time amount from after the exposure termination which does the biggest effect in a resist reaction to PEB initiation, and the time amount from after PEB termination to cooling initiation will be controlled correctly and short clearly also from the above explanation if this invention is applied, the line breadth homogeneity of a resist pattern can be raised remarkably. It is very effective when a chemistry multiplier system resist ingredient sensitive to fluctuation of the above-mentioned time amount is used especially. This invention contributes to high integration of a semiconductor device, and high performance-ization greatly through a raise in reliance of this resist pattern formation.

---

[Translation done.]



**\* NOTICES \***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

**DESCRIPTION OF DRAWINGS**

---

**[Brief Description of the Drawings]**

[Drawing 1] It is the typical top view of the resist pattern formation system equipped with the exclusive conveyance system between the exposure units (Exp) and heating units (H.P.) which were unified through the interface (I/F).

[Drawing 2] It is the typical top view of the resist pattern formation system equipped with the exclusive conveyance system between the exposure unit (Exp), and the heating unit (H.P.), and cooling/temperature control unit (C) unified through the interface (I/F).

[Drawing 3] It is the typical top view of the resist pattern formation system equipped with the exposure unit (Exp) which builds in a heating unit (H.P.), and cooling/temperature control unit (C).

**[Description of Notations]**

- 1 21 ... Carrier station (C/S)
- 2 22 ... Main conveyance system
- 3 23 ... (the main conveyance system) Conveyance arm
- 5 29 ... Heating unit (H.P.)
- 6 ... Exclusive Conveyance System
- 7 ... (Exclusive Conveyance System) Conveyance Arm
- 9 25 ... Exposure unit (Exp)
- 10 26 ... Exposure stage
- 11 27 ... (inside of an exposure unit) Conveyance arm
- 13 28 ... Refrigeration unit (C)
- 8 24 ... Interface (I/F)

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

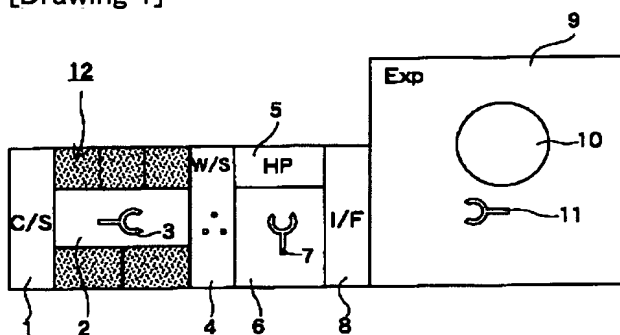
1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\* shows the word which can not be translated.

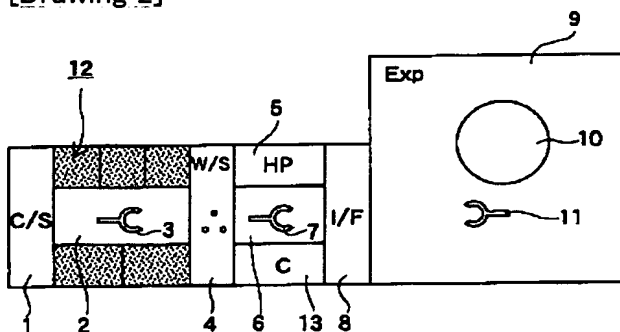
3.In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

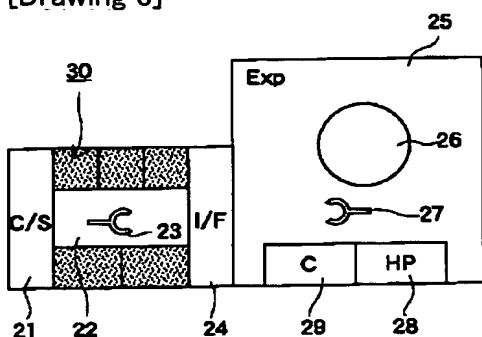
[Drawing 1]



[Drawing 2]



[Drawing 3]



[Translation done.]

## \* NOTICES \*

JP0 and NCIP1 are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

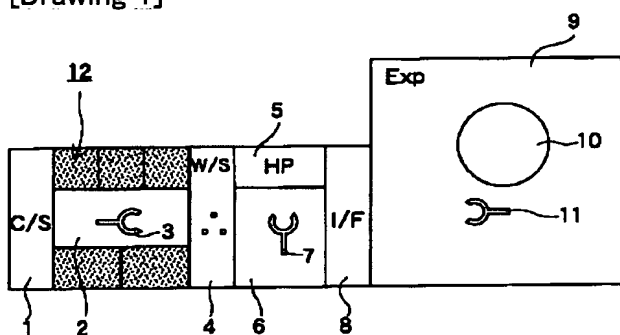
1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

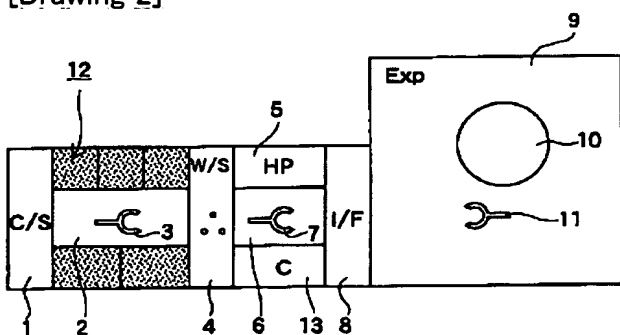
3.In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

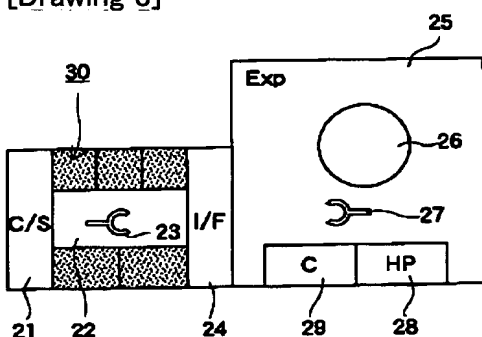
[Drawing 1]



[Drawing 2]



[Drawing 3]



[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-142356

(43) 公開日 平成7年(1995)6月2日

| (51) Int. Cl. <sup>9</sup> | 識別記号  | 片内整理番号             | P I            | 技術表示箇所 |
|----------------------------|-------|--------------------|----------------|--------|
| H 0 1 L 21/027             |       |                    |                |        |
| G 0 3 F 7/38               | 5 1 1 | 7124-2H<br>7352-4M | H 0 1 L 21/ 30 | 5 6 8  |

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平5-290495

(22) 出願日 平成5年(1993)11月19日

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 池田 利喜夫

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

(74) 代理人 弁理士 小池 晃 (外2名)

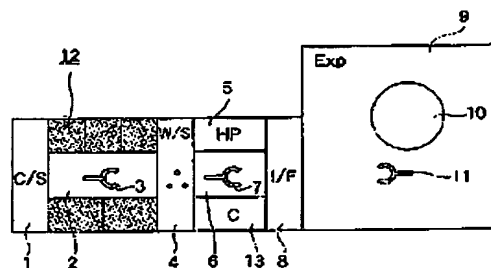
(54) 【発明の名称】 レジスト・パターン形成方法およびこれに用いるレジスト・パターン形成システム

(57) 【要約】

【目的】 フォトリソグロフ層の露光からPEB（露光後熱処理）までの時間、およびPEBから冷却までの時間を正確に制御し、幅安定性を向上させる。

【構成】 露光ユニット9とPEBを行うための加熱ユニット5、あるいはさらに冷却ユニット13とを、主搬送系2から独立した専用搬送系6により連結したシステムを構築する。これは、従来のレジスト塗布／現像装置に内蔵される加熱ユニットおよび冷却ユニットを従来の露光装置に連結した構成であるが、従来の露光装置に加熱ユニットと冷却ユニットとを内蔵させた構成としても良い。

【効果】 レジスト反応に最も大きな影響を与える工程間の所要時間が専用搬送系により正確かつ迅速に管理できるので、化学増幅系レジスト材料を用いた場合にも良好なパターンが形成できる。



(2)

特開平7-142356

1

2

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板上のレジスト材料層に対する露光の終了時から熱処理の開始時までの時間を一定かつ他工程間の所要時間とは独立に制御することを特徴とするレジスト・パターン形成方法。

【請求項2】 前記熱処理の終了時から冷却の開始時までの時間を一定に制御することを特徴とする請求項1記載のレジスト・パターン形成方法。

【請求項3】 前記レジスト材料層は化学増幅系レジスト材料を用いて形成されることを特徴とする請求項1または請求項2に記載のレジスト・パターン形成方法。

【請求項4】 基板上のレジスト材料層を露光する露光ユニットと、

前記基板を加熱する加熱ユニットと、

少なくともシステム内外への基板の搬出入を行う主搬送系と、

前記露光ユニットと前記加熱ユニットとを連結し、前記主搬送系から独立した専用搬送系とを備えてなるレジスト・パターン形成システム。

【請求項5】 基板上のレジスト材料層を露光する露光ユニットと、

前記基板を加熱する加熱ユニットと、

加熱された前記基板を冷却／温調する冷却／温調ユニットと、

少なくともシステム内外への基板の搬出入を行う主搬送系と、

前記露光ユニットと前記加熱ユニットと前記冷却ユニットとを連結し、前記主搬送系から独立した専用搬送系とを備えてなるレジスト・パターン形成システム。

【請求項6】 基板上のレジスト材料層を露光する露光部と、露光後の基板を加熱する加熱部と、これら両部を連結する専用搬送系を内蔵する露光ユニットを備えてなるレジスト・パターン形成システム。

【請求項7】 基板上のレジスト材料層を露光する露光部と、露光後の基板を加熱する加熱部と、加熱後の基板を冷却／温調する冷却／温調部と、これら各部を連結する専用搬送系を内蔵する露光ユニットを備えてなるレジスト・パターン形成システム。

【請求項8】 前記専用搬送系により接続される各ユニット内もしくは各部内におけるプロセス時間を、該専用搬送系の動作にもとづいて一定に維持するための動作制御手段を備えてなる請求項4ないし請求項7のいずれか1項に記載のレジスト・パターン形成システム。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は半導体装置の製造等の微細加工に適用されるレジスト・パターンの形成方法とこれに用いるシステムに関し、特に露光終了後から熱処理、さらには冷却までの時間管理を正確に行うことを通じてレジスト・パターンの線幅安定性を向上させ

る方法および装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】半導体装置の製造分野では、デザイン・ルールの縮小が加速度的に進行しており、次世代の64 MDRAMでは0.35  $\mu\text{m}$ 前後、次々世代の256 MDRAMでは0.25  $\mu\text{m}$ 前後の最小加工寸法を達成し得る微細加工技術が要求されている。この微細加工実現の鍵となる技術はフォトリソグラフィであり、そのひとつの選択肢としてKrFエキシマ・レーザ光( $\lambda=248\text{nm}$ )等の遠紫外光源と化学増幅系レジストを用いた遠紫外線リソグラフィに関する研究が盛んに行われている。

【0003】化学増幅系レジストは、露光により光酸発生剤から分解生成した酸が、続くPEB(露光後熱処理)工程でベース樹脂の架橋、重合、官能基変換等のレジスト反応の触媒として働くことにより、現像液に対する局所的な溶解度変化を生じさせるタイプのフォトリソ材料である。ただし、この触媒となる酸が極めて微量であるため、化学増幅系レジスト材料を用いた場合の線幅安定性は、処理条件のわずかな変動に大きな影響を受けることが知られている。

【0004】この変動要因は、露光、レジスト塗布、ベーク、現像等、フォトリソグラフィのあらゆる領域に潜んでおり、これを排除するための様々な対策が露光装置やレジスト塗布／現像装置(コート／デベロッパ)に関して提案されている。レジスト塗布／現像装置に関する対策のひとつに、いわゆるタクト管理と呼ばれる工程管理がある。これは、レジスト塗布、ベーク、現像等を行う各ユニットにおけるプロセス時間(タクト時間)をある一定の値に設定し、どのウェハに対しても等しいプロセス・フローで処理が行われるようにした方法である。この方法により、装置の律速部分におけるウェハの停滞や、これに起因するベーク時間のバラつき等が解消され、線幅安定性に一定の改善をもたらした。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、化学増幅系レジストを用いたパターン形成において、パターン精度に最も大きな影響を与えるパラメータは、露光の終了後からPEBを開始するまでの時間である。たとえば、ポジ型レジストを用いた場合、露光により発生した酸がこの時間内に未露光領域へ拡散して溶解阻止剤を過剰に分解すると、パターンの線幅が細くなったり、コントラストが低下したりする。逆に、このときの雰囲気中に疎水化処理に用いるHMDS(ヘキサメチルジシラン)・レジスト現像液、クリーン・ルームの壁面塗料やHEPAフィルタ等に起因するアルカリ蒸気が存在すると、これにより酸が失活し、線幅が太くなる。

【0006】ところが、上述のタクト管理はレジスト塗布／現像装置の内部で行われる各工程間の時間管理を行うものであって、これらの工程のひとつと露光装置で行

(3)

特開平7-142356

3

4

われる工程との間のタイミング調整を図ることはできない。この結果、次のような問題が発生する。タクト管理では、タクト時間を1単位としてプロセス時間の変動が発生する。たとえば、タクト時間が100秒に設定されている場合、露光が100秒で終了したウェハは直ちにPEB工程へ搬送されるが、露光に101秒を要したウェハは次の搬送タイミングが来るまでさらに99秒間も待機しなければならない。すなわち、前工程における1秒のプロセス時間差が、次工程開始前の100秒の時間差に拡大されてしまう。

【0007】本発明者の実験によると、化学増幅系レジスト材料（シプレー社製；商品名XP8843）を用いて0.35 $\mu$ m幅のライン・パターンを形成した場合、露光からPEBに至る時間が100秒変動することにより線幅が0.05 $\mu$ mも変動した。さらに、上記ライン・パターンは1ppmのアミン雰囲気中において0.10 $\mu$ mも変動した。本発明者の試算では、0.35 $\mu$ mのデザイン・ルールにおける線幅均一性の許容範囲は±0.023 $\mu$ mであり、上述の変動は明らかにこの範囲を超えている。

【0008】このようなタクト管理の矛盾を解消するためには、デバイスの各レイヤーごとにタクト時間を設定し直すか、あるいは考え得る最長のタクト時間を設定することが考えられる。しかし、これらの方策は、煩雑な操作を要する。スループットが大幅に低下する。PEB後のウェハが冷却/温調ユニットへ送られないまま高温状態で長時間保持（オーバーベーク）されることにより線幅均一性が著しく劣化する、等の弊害を招き、現実的な対応とは言えない。

【0009】そこで本発明は、かかる弊害を招くことなくレジスト・パターンの線幅均一性を向上させる方法、およびこれを実現可能なシステムを提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】上述のような従来の時間管理に係わる問題は、レジスト塗布/現像装置の制御と露光装置の制御が分離して行われていることに起因している。本発明者は、この2つの装置を一体化されたシステムとして捉え、時間変動に敏感な工程間の所要時間を一定かつ最短に制御する共に、この制御を他工程間の制

御から独立させることを考え、本発明を提案するに至った。

【0011】すなわち、本発明のレジスト・パターン形成方法は、基板上のレジスト材料層に対する露光の終了時から熱処理の開始時までの時間を一定かつ他工程間の時間とは独立に制御するものである。この制御をさらに、熱処理の終了時から冷却の開始時までの時間を一定とする制御と組み合わせても良い。

【0012】なお、上記露光は、エキシマ・レーザ光による露光に限られず、たとえば電子ビーム、イオン・ビ

ーム等によるエネルギー・ビーム照射であっても良い。本発明の方法は、〈露光〉→〈PEB〉→〈冷却〉の間の所要時間に最も敏感に影響を受ける化学増幅系レジスト材料を用いたパターン形成において、特に優れた真価を発揮する。

【0013】一方、本発明のレジスト・パターン形成システムは、上述の方法を実現するためのものであって、基板上のレジスト材料層を露光する露光ユニットと、前記基板を加熱する加熱ユニットと、少なくともシステム内外への基板を搬出入を行う主搬送系と、これら2ユニットを連結し、前記主搬送系から独立した専用搬送系とを備えてなるものである。

【0014】さらに、冷却/温調ユニットを加え、これら3ユニットが独立の専用搬送系に連結された構成としても良い。いずれの場合にも、本システムは上述のユニットの他、通常のレジスト塗布/現像装置に備えられている疎水化処理ユニット、レジスト塗布ユニット、現像ユニット、ウェハ・カセットを収納するキャリア・ステーション等を備えていても良い。

【0015】さらに、別の構成として、露光ユニット自身が露光後の基板を加熱する加熱部を内蔵していても良く、さらに加えて加熱後の基板を冷却する冷却部を内蔵していても良い。これらの場合、基板上のレジスト材料層を露光する露光部から加熱部および冷却部への基板搬送は、露光ユニットに内蔵される専用搬送系により行われる。

【0016】なお、以上の各構成を有するレジスト・パターン形成システムにおいては、上記専用搬送系により接続される各ユニット内もしくは各部内におけるプロセス時間を、該専用搬送系の動作にもとづいて一定に維持するための動作制御手段を設けることができる。

【0017】

【作用】本発明のレジスト・パターン形成方法およびレジスト・パターン形成システムによれば、化学増幅系レジストを用いた場合に最もパターン形成精度に最も大きな影響を及ぼす工程間またはユニット間の搬送が、正確な時間内で行われる。すなわち、最も影響の大きい露光後からPEB開始までの時間、および次に影響の大きいPEB後から冷却開始までの時間を正確に制御することができる。しかもこの搬送には専用搬送系が用いられるので、これにより連結された工程は他の律速工程の影響を受けなくなる。したがって、たとえば露光を終了したウェハが加熱ユニットに搬入されないまま外気に長時間曝されたり、あるいは加熱ユニット内でPEBを終了したウェハが冷却/温調ユニットへ搬出されずにそのまま放置されたりすることがなくなる。この結果、露光後の露の拡散による線幅の細り、あるいは酸の失活による線幅の太りを防止することができる。

【0018】特に、露光ユニットにおいて露光部と加熱部、さらにあるいは冷却/温調部とを一体化させた場合

5

には、露光後のウェハを外気に全く曝すことなくPEB工程、およびそれに続く冷却/温調工程に送ることができ、極めて高度な微細管理が可能となる。

【0019】

【実施例】以下、本発明の具体的な実施例について説明する。ただし、本発明はこれらの実施例に何ら限定されるものではなく、システム構成や動作の細部は適宜変更可能である。

【0020】実施例1

本実施例では、インターフェース(I/F)を介して一体化された露光ユニット(Exp)と加熱ユニット(HP)との間に専用搬送系を備えたレジスト・パターン形成システムの構成、およびその使用方法について、図1を参照しながら説明する。

【0021】このシステムは、構成上は従来のレジスト塗布/現像装置と露光装置とをインターフェース8により連結し、各装置内の搬送制御と共に、両装置間の搬送制御も可能としたものである。

【0022】すなわち、従来のレジスト塗布/現像装置に相当する部分は、複数のウェハを収納するウェハ・カセットを収容したキャリア・ステーション(C/S)

1、ここからウェハを1枚ずつ取り出し、種々の処理ユニット12へ搬送する主搬送系2、主搬送系2の搬送アーム3に載置されたウェハを一旦載置するウェハ・ステージ(W/S)4、インターフェース8を介して露光ユニット9へのウェハの搬出入を行うための搬送アーム7を備えた専用搬送系6、PEBを行うためのホット・プレートに内蔵した加熱ユニット(HP)5等を主な構成要素とする。

【0023】上記処理ユニット12には、一般的に酸化水処理ユニット、レジスト塗布ユニット、プリベークやポストベークを行うための加熱ユニット、現像ユニット、冷却/温調ユニット等が含まれる。ただし、これらの種類および数は所望のプロセスに応じて適宜選択することができるので、この図では特に詳細は特定せず、ハートーンに着色して総括的に示してある。

【0024】露光ユニット(Exp)9の構成は通常の露光装置と同様であり、露光ステージ10、これにウェハを載置するための搬送アーム11等を備えている。上記構成のポイントは、PEBを行う加熱ユニット(H)5を他の目的の加熱を行う加熱ユニットとは独立とし、これを露光ユニット(Exp)9に最も近い場所に配置し、かつ露光ユニット9から該加熱ユニット(H)5へウェハを搬送する搬送系(専用搬送系6)を、主搬送系2から独立させたことである。

【0025】上記システムの使用時の動作は、概略次のとおりである。まず、処理ユニット12のいずれかにおいてレジスト塗布、プリベーク、冷却を終了したウェハが主搬送系2の搬送アーム3によりウェハ・ステージ4に載置される。このウェハは専用搬送系6の搬送アーム

(4)

特開平7-142356

5

7によりインターフェース(I/F)8を介して露光ユニット(Exp)9へ搬入され、搬送アーム11により露光ステージ10上に載置され、所定の露光を受ける。

【0026】露光後のウェハはインターフェース(I/F)8を介して搬出され、専用搬送系6により直ちに加熱ユニット(H)5へ搬入され、PEBを受ける。PEBの終了したウェハは専用搬送系6によりウェハ・ステージ(W/S)4に載置された後、主搬送系2により処理ユニット12のいずれかに搬送され、冷却、現像、ポストベーク等の処理を受ける。

【0027】かかるシステム構成および使用方法によれば、露光終了からPEB開始までの時間は専用搬送系6の動作にのみ依存する。したがって、主搬送系2が関与する処理ユニット12間でタクト管理が行われているか否か、あるいはどこで待滞が生じているか等は、上記の時間には全く影響しない。仮にウェハが処理ユニット12あるいは搬送アーム3上で待滞していたとしても、露光後のウェハは取り敢えずPEBまでは一定時間内に速やかに終了させた状態で、搬送アーム7上またはウェハ・ステージ(W/S)4上に待機させておくことができる。

【0028】このシステムにて実際に化学増幅系レジスト材料(シプレー社製;商品名XP8843)を用い、KrFエキシマ・レーザ・リソグラフィによるパターン形成を行ったところ、0.35 $\mu$ m幅のライン・パターンにおいて $\pm 0.020\mu$ mの幅幅均一性を達成することができた。

【0029】実施例2

本実施例では、インターフェース(I/F)を介して一体化された露光ユニット(Exp)と加熱ユニット(HP)と冷却/温調ユニット(C)との間に専用搬送系を備えたレジスト・パターン形成システムの構成、およびその使用方法について、図2を参照しながら説明する。なお、図2の参照符号は図1と一部共通である。

【0030】このシステムが実施例1で上述したシステムと異なる点は、加熱ユニット(HP)5と共に冷却ユニット(C)13も専用搬送系6の担当範囲とした点である。

【0031】上記システムの使用時には、露光ユニット(Exp)9において露光を終えたウェハはインターフェース(I/F)8を介して専用搬送系6の搬送アーム7によりまず加熱ユニット(H)5へ搬入され、ここでPEBを受ける。PEBを終了したウェハは直ちに搬送アーム7により冷却/温調ユニット(C)13へ搬入される。ウェハはここでクリーン・ルームの室温とほぼ等しい温度まで冷却された後、ウェハ・ステージ(W/S)4を介して他の処理ユニット12へ搬送され、現像、ポストベーク等の処理を受ける。

【0032】かかるシステム構成および使用方法によれば、露光終了後からPEB開始までの時間と共に、PE

(5)

特開平7-142356

7

8

B終了後から冷却開始までの時間も主搬送系2とは無関係に制御可能となる。このシステムにて実際に化学増幅系レジスト材料（シプレー社製；商品名XP8843）を用い、KrFエキシマ・レーザ・リソグラフィによるパターン形成を行ったところ、0.35μm幅のライン・パターンにおいて実施例1よりもさらに優れた±0.015μmの線幅均一性を達成することができた。

#### 【0033】実施例3

本実施例では、加熱ユニット（HP）と冷却ユニット（C）とが露光ユニット（Exp）25に内蔵されたレジスト・パターン形成システムについて、図3を参照しながら説明する。このシステムは、構成上は従来のレジスト塗布/現像装置に含まれる加熱ユニットと冷却/温調ユニットの一部を露光装置の内部に組み込む形で両者を一体化させたものである。

【0034】すなわち、従来のレジスト塗布/現像装置に相当する部分は、キャリア・ステーション（C/S）21、搬送アーム23を備えた主搬送系22、種々の処理を行う処理ユニット30等からなり、これらがインターフェース（I/F）24を介して露光ユニット25と接続されている。なお、上記処理ユニット30には、一般的に線水処理ユニット、レジスト塗布ユニット、ブリークやポストブリークを行うための加熱ユニット、現像ユニット、冷却/温調ユニット等が含まれる。

【0035】一方、露光ユニット（Exp）25は、露光ステージ26や搬送アーム27等の通常の露光装置の構成に加え、PEBを行うための加熱ユニット（HP）28と、PEB終了後のウェハを冷却するための冷却/温調ユニット（C）29を内蔵している。上記露光ステージ26と加熱ユニット（HP）28とは、互いに十分に断熱されている。

【0036】なお、図中では搬送アーム27が1本しか示されていないが、実際には1本の搬送アームで露光ユニット（Exp）25内の全ての搬送を賄う。加熱ユニット（HP）28から搬出されるウェハの熱が搬送アーム27に蓄熱され、露光ステージ26上へ搬置されるウェハの温度を上昇させる虞れがある。したがって、実用上は露光ステージ26用の搬送アームと加熱ユニット（HP）用の搬送アームを別々に設置することが望ましい。

【0037】上記構成のポイントは、PEBを行う加熱ユニット（H）28とその直後の冷却/温調を行う冷却/温調ユニット（C）29を露光ユニット（Exp）25の内部に設置したことにより、露光→PEB→冷却の一連のプロセスをウェハを外気に全く曝すことなく、かつ迅速に行えるようにした点である。上記システムの使用時の動作は、概略次のとおりである。

【0038】レジスト塗布およびブリークを終了したウェハがインターフェース（I/F）24を介して露光ユニット（Exp）25へ搬入され、搬送アーム27に

より露光ステージ26上へ搬置される。露光を終了したウェハは直ちに加熱ユニット（HP）28へ搬入されてPEBを受け、さらにPEB終了後には直ちに冷却/温調ユニット（C）29内にて冷却される。冷却されたウェハはインターフェース（I/F）24を介して搬出され、主搬送系22の搬送アーム23により所定の処理を行う処理ユニット30へ搬送される。

【0039】かかるシステム構成および使用方法によれば、露光→PEB→冷却にかかる搬送は最小限の時間で済み、しかもこの間、ウェハは外気には一切接触しない。このシステムにて実際に化学増幅系レジスト材料（シプレー社製；商品名XP8843）を用い、KrFエキシマ・レーザ・リソグラフィによるパターン形成を行ったところ、0.35μm幅のライン・パターンにおいて±0.015μmの線幅均一性を達成することができた。

#### 【0040】

【発明の効果】以上の説明からも明かなように、本発明を適用すればレジスト反応において最も大きな影響を及ぼす露光終了後からPEB開始までの時間、およびPEB終了後から冷却開始までの時間が正確に、しかも短く制御されるため、レジスト・パターンの線幅均一性を著しく向上させることができる。特に、上記の時間の変動に敏感な化学増幅系レジスト材料を使用した場合に、極めて有効である。本発明は、かかるレジスト・パターン形成の高信頼化を通じて半導体装置の高集積化、高性能化に大きく貢献するものである。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】インターフェース（I/F）を介して一体化された露光ユニット（Exp）と加熱ユニット（HP）との間に専用搬送系を備えたレジスト・パターン形成システムの模式的平面図である。

【図2】インターフェース（I/F）を介して一体化された露光ユニット（Exp）と加熱ユニット（HP）と冷却/温調ユニット（C）との間に専用搬送系を備えたレジスト・パターン形成システムの模式的平面図である。

【図3】加熱ユニット（HP）と冷却/温調ユニット（C）とを内蔵する露光ユニット（Exp）を備えたレジスト・パターン形成システムの模式的平面図である。

#### 【符号の説明】

- 1、21 ……キャリア・ステーション（C/S）
- 2、22 ……主搬送系
- 3、23 ……（主搬送系の）搬送アーム
- 5、29 ……加熱ユニット（HP）
- 6 ……専用搬送系
- 7 ……（専用搬送系の）搬送アーム
- 9、25 ……露光ユニット（Exp）
- 10、26 ……露光ステージ
- 11、27 ……（露光ユニット内の）搬送アーム



(5)

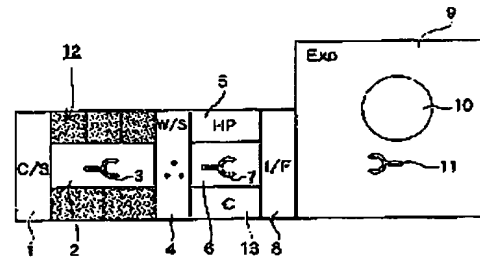
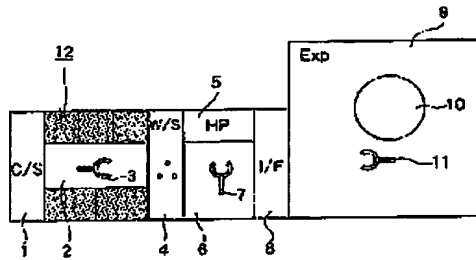
特開平 7-142356

9  
13, 28 ... 冷却ユニット (C)

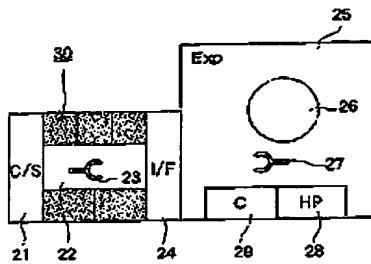
10  
\* \* 8, 24 ... インターフェース (I/F)

【図 1】

【図 2】



【図 3】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**